第32卷 第1期 昆 虫 学 报 Vol. 32, No. 1
1989年2月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA Feb., 1989

骚扰阿蚊生物学的实验室研究

宋关鸿 柯 伟
(第二军医大学寄生虫学教研室,上海)

摘要 选育采自上海的骚扰阿蚊实验室品系,成蚊可在26×20×20 cm蚊笼内饲养繁殖。该品系蚊虫在实验室养殖条件下: 卵、幼虫及蛹期分别为4.02天、9.79天和3.99天。孵化、化蛹及羽化率分别为80.25%、82.66%和97.42%。成蚊的性比为1.00。喂糖水雌蚊、喂鼠血雌蚊和雄蚊的寿命分别为29.27天、61.96天和28.75天。成蚊一生平均产卵1.4次,每蚊平均产卵163.28粒。各变态期转换时间具有明显的昼夜节律,孵化和羽化主要在白昼而产卵,蜕皮及化蛹集中在黑夜。

关键词 骚扰阿蚊 生物学 昼夜节律

骚扰阿蚊 (*Armigeres subalbatus*) 是我国南方常见蚊种之一,嗜吸人、畜血,和人关系密切。对其生物学观察国外仅有少数报道 (Weatharsby, 1962; Barr, 1964; Bai, 1981),国内迄今未见报告。本文观察骚扰阿蚊在实验室养殖条件下,生活史各期的生长发育情况和各变态期转换时间的昼夜节律。

材 料 和 方 法

骚扰阿蚊系我室1984年9月采自上海北郊,经选育传代建立的实验室品系。成虫喂5%蔗糖水和小白鼠血。幼虫喂混合饲料(肝粉、酵母粉、黄豆粉和面粉)。养蚊室温度为25±1℃; 相对湿度为75±10%; 每天光照12小时 (08:00-20:00)。

1. 卵期发育时间和孵化率 将12小时内产的卵于湿润条件下孵育24小时,计数100粒,置于直径7 cm的白瓷杯中,加脱氯水50 ml,连续观察15天。

2. 幼期发育时间 将12小时内孵出的幼虫单个饲养于5.5 × 4 cm玻璃杯中,每杯盛脱氯水50 ml根据不同龄期定量喂食。化蛹后,用清水洗净,单个置于4 × 6.5 cm玻璃管内。观察各龄幼虫期和蛹期的发育时间。

3. 化蛹率、羽化率和成蚊性比例 将12小时内孵化的幼虫100条,饲养于15×23×4.5 cm搪瓷盘内,每盘盛脱氯水500 ml,根据不同龄期定量喂食。蛹用清水洗净后,按不同化蛹时间分别置于4 × 6.5 cm玻璃管内,逐日定时观察。

4. 成蚊寿命 分单个与群体两部分观察。(1) 在4 × 6.5 cm玻璃管内单个羽化的成蚊,喂5%蔗糖水,观察雌、雄成蚊存活天数。(2) 取12小时内羽化的成蚊100只(雌、雄性比例约为1),饲养于26 × 20 × 20 cm蚊笼内,从羽化后第二天开始每天喂小鼠血(08:00-20:00) 和5%蔗糖水,于喂血的次日起每天收卵,观察雌、雄成蚊存活天数。

本文于1986年8月收到。
本项工作得到我室瞿逢伊、谭璟宪教授的热情指导帮助,并修改论文; 朱准民同志曾参加骚扰阿蚊的采集和部分实验室养殖工作,在此一并致谢。

5. 产卵力　将 12 小时内羽化的成蚊(雌、雄性比例约为 1) 饲养于 26 × 20 × 20 cm 蚊笼内，第三天喂小白鼠血，然后将饱血雌蚊单个饲养于 4 × 6.5 cm 玻璃管内。管中放一个衬有湿润滤纸条的 2.5 × 1.5 cm 塑料皿，供产卵。连续产卵超过 100 粒后持续 3 天不再产卵的雌蚊，重新放入养蚊笼内喂血，饱血后再转入玻璃管内单个饲养，观察产卵数。如此反复进行，直到雌蚊死亡。

上述实验，均在每天上午 08:00 开灯和下午 20:00 关灯时间各观察一次。

结　　果

1. 生活史各幼期的发育时间及存活率

骚扰阿蚊幼期发育的平均时间为 17.80 天，其中卵期 4.02 天，幼虫期 (I—IV 龄) 9.79 天，蛹期 3.99 天(表 1)

表 1　骚扰阿蚊各幼期发育时间(天)

	卵　期	幼虫期				蛹　期
		I 龄	II 龄	III 龄	IV 龄	
平均数	4.02	2.06	1.47	1.74	4.52	3.99
标准差	1.34	0.31	0.64	0.36	0.60	0.52
观察数	2088	110	110	110	110	110

将各龄幼虫期、蛹期的发育时间按雌、雄性别分别计算 (表 2)。雌、雄性幼虫发育时间分别为 9.93 天 ±0.60 天和 9.63 天 ±0.52 天，雌蚊幼虫的发育时间明显长于雄蚊 ($t = 2.73$, $P < 0.01$)。其中，雌蚊的 IV 龄幼虫期亦明显长于雄蚊。而 I—III 龄幼虫期的发育时间，雌、雄蚊分别为 5.24 天和 5.29 天，比较近似。雌、雄性蛹期的发育时间无显著差异。

表 2　骚扰阿蚊雌、雄幼期发育时间的比较(天)

		幼虫期				蛹　期
		I 龄	II 龄	III 龄	IV 龄	
雌性	平均数	2.11	1.35	1.78	4.68	3.94
	标准差	0.30	0.62	0.36	0.60	0.54
雄性	平均数	2.01	1.60	1.68	4.34	4.05
	标准差	0.32	0.64	0.36	0.56	0.51
t 值		1.69	2.08*	1.45	3.09**	1.10

注：* 为 $P<0.05$，雌性和雄性两均数相差显著；
** 为 $P<0.01$，雌性和雄性两均数相差非常显著；
表中数据雌性观察数为 58，雄性观察数为 52。

雌、雄蚊化蛹数的动态变化见图 1，雄蛹在卵孵化后第 9 天首先开始出现，第 10—11 天达高峰，此后逐渐减少，第 15 天后，每天平均化蛹数波动在 1 个以下。而雌蛹在卵孵化后第 10 天才开始出现，第 11—13 天为高峰，第 16 天后每天平均波动在 1 个以下。

卵孵化率、幼虫化蛹率和蛹羽化率分别为 80.25±12.46%(n = 19)，82.66±11.80%

(n = 11) 和 97.42±2.41%(n = 11)。成蚊(雄/雌)性比值为1.00±0.24(n = 11)。

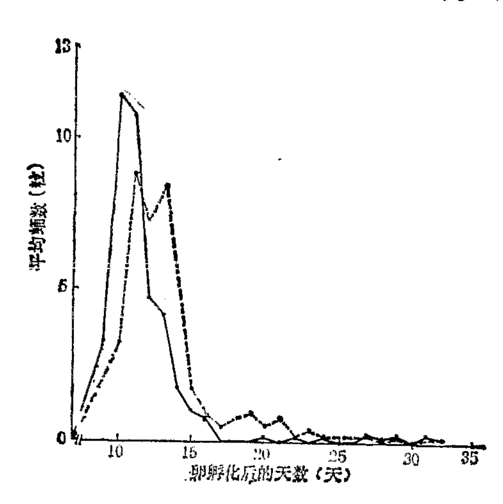


图 1 骚扰阿蚊雌、雄蚊在不同时间的化蛹数
——雄蛹数 ----雌蛹数

2. 成蚊存活时间和产卵力

喂糖水雌蚊平均存活 29.27±12.74 天 (n = 51)，雄蚊平均存活 28.75±12.36 天 (n = 44)。两者无显著差异 ($t = 0.20, P > 0.05$)，而喂鼠血雌蚊平均存活 61.96±27.65 天 (n = 271)，非常明显长于喂糖水的雌蚊 ($t = 8.28$, $P < 0.01$)。

雌蚊产卵次数平均为 1.4±0.70 次，平均产卵 163.28±53.43 粒。本实验雌蚊最多可吸血 3 次，产卵 3 次；也有少数饱血雌蚊至死未曾产卵(平均存活 8.17 天)。三次喂血观察结果(表 3) 经方差分析，每蚊平均产卵数，二次喂血间有非常显著的差异 ($F = 22.55$, $P < 0.01$)。其中，第一次喂血后的产卵数非常显著和显著的大于第二、三次喂血 ($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$)，第二、三次喂血的产卵数间没有显著的差异；三次喂血间的生殖营养周期也有非常显著的差异 ($F=7.75$, $P < 0.01$)，第一次喂血的生殖营养周期非常显著的短于第二次喂血 ($P < 0.01$)，而第三次喂血和第一、二次喂血的生殖营养周期无显著差异。

表 3 骚扰阿蚊产卵力观察结果

	吸血蚊数 (n)	产卵蚊数 (X)	产卵率 (%)	每蚊平均产卵数 ($\bar{X}$±S. D.)	开始产卵时平均虫龄 ($\bar{X}$±S. D.)	平均生殖营养周期 ($\bar{X}$±S. D.)
第一次喂血	50	47	94	147.29±45.05	6.21±1.51	4.21±1.51
第二次喂血	47	17	36	52.41±61.23	22.62±9.46	8.68±7.61
第三次喂血	17	3	18	64.33±99.38	40.83±1.53	6.17±1.53

3. 生活史各变态期转换时间的昼夜节律

将各次实验 08:00-20:00 (白昼光照期)和 20:00-08:00 (夜间黑暗期)的卵孵化数、各龄幼虫蜕皮数、幼虫化蛹数、成蚊羽化数及其产卵数分别统计，以白昼的统计数为纵坐标，夜间的统计数为横坐标绘图，并从原点作一对角等分线，将图象划分为相等的两个象限。分布在右下象限的结果说明该次实验的变态期转换时间主要在黑夜。反之，分布在左上象限的结果表示其转换时间主要在白昼。位于对角等分线上的结果则表示无明显的昼夜节律。

骚扰阿蚊生活史各变态期转换时间的昼夜节律(见图 2)，经 X^2 检验，卵孵化、成蚊羽化及其产卵，幼虫蜕皮和化蛹，在白昼和黑夜两个象限的分布数有非常显著和显著的差异 (X^2 值分别为 23.04、17.39、40.36 和 6.26, $P < 0.01$ 和 $P < 0.05$)。各次实验白昼和黑夜统计数差的均数与白昼和黑夜统计数差为零的假设(假设白昼和黑夜的统计数相等，各变态期转换时间无昼夜节律)作 t 检验，结果卵孵化，成蚊羽化和产卵有非常显著的差

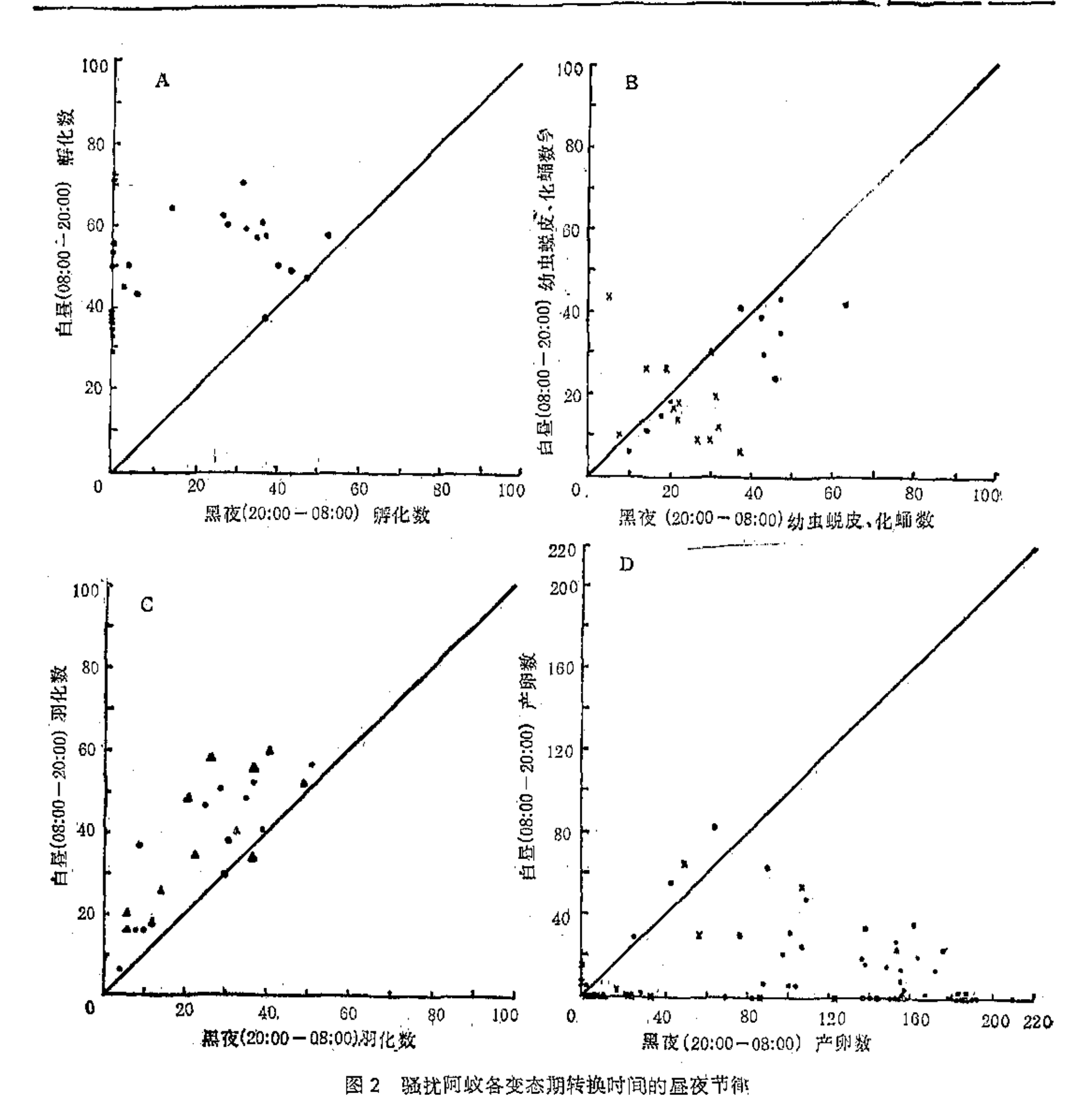


图 2　骚扰阿蚊各变态期转换时间的昼夜节律

A 卵孵化，　B 幼虫蜕皮、化蛹　×幼虫蜕皮数　● 化蛹数，　C 成蚊羽化　△雌蚊羽化数　● 雄蚊羽化数，
D 成蚊产卵　● 第一次吸血　×第二次吸血　△第三次吸血

异 (t 值分别为 7.66, 6.43 和 10.23, $P < 0.01$)，幼虫蜕皮和化蛹有显著差异 (t 值为 2.52, $P < 0.05$)。上述结果说明骚扰阿蚊生活史各变态期转换时间有明显的昼夜节律，卵孵化和成蚊羽化主要在白昼，成蚊产卵及幼虫蜕皮、化蛹主要在黑夜。

讨　　论

骚扰阿蚊的实验室养殖，以往成蚊都饲养在 50 × 50 × 73 cm (Barr, 1964) 或 60 × 60 × 60 cm (Bai, 1981) 的大型蚊笼内，作者从 60 × 60 × 60 cm 养蚊笼开始，经过 40 × 40 × 40 cm 蚊笼过渡，最后在 26 × 20 × 20 cm 蚊笼内进行常规饲养、繁殖。解剖雌蚊受精囊，最初饲养于 60 × 60 × 60 cm 蚊笼内的雌蚊受精率为 88%，而 40×40×

40 cm 蚊笼内的雌蚊仅 33%。经过 26 代选育，26 × 20 × 20 cm 蚊笼内的雌蚊受精率为 74.7%。影响蚊虫实验室内交配繁殖的因素较多，有蚊笼空间大小、蚊虫密度、雌、雄性比例、虫龄和各种光照刺激等。本实验仅改变蚊笼的空间大小进行人工选择，使骚扰阿蚊对实验室养殖条件获得适应。成蚊在 26 × 20 × 20 cm 蚊笼内饲养繁殖，比前人使用大型蚊笼方便，有利于在实验室内养殖和进行实验研究。

本文各龄幼虫期和蛹期的发育时间和 Bai (1981)、Barr (1964) 及 Weatharsby (1962) 等人的结果一致。但是我们观察的卵期较 Bai 和 Barr 的约长 1—2 天。这可能和后两者将产出的卵经过约 1 天孵育后令其干燥，然后再入水孵化的方法有关。作者将卵孵育 1 天后浸入水中孵化，直到第 9—10 天还有约 1.34% 的卵孵化。说明该种蚊虫卵内胚胎发育的时间长短差别较大，将卵孵育短时间后干燥，有可能使一部分卵干瘪死亡，从而使卵期缩短，孵化率下降。Bai 报告的孵化率仅 41.6%，明显低于本文的 80.25%，可能也和上述原因有关。

骚扰阿蚊雌蚊的幼虫期较雄蚊明显延长。主要是雌蚊的 IV 龄幼虫期非常显著的长于雄蚊，III 龄幼虫以前的发育时间，两者极近似（表 2）。这可能是雌蚊在 IV 龄幼虫期需要积存较雄蚊多的营养成份，以提供成虫期卵发育的需要。

骚扰阿蚊每只蚊产卵数，第一次喂血明显高于第二、三次喂血，生殖营养周期第一次喂血明显的短于第二次喂血，可能是第二、三次喂血产卵时的虫龄较第一次喂血产卵时明显衰老所致(表 3)。本文观察的产卵力，是在实验室养殖条件下进行的，和野外自然条件下的产卵情况不完全相同。

各种昆虫生活史各变态期的转换时间在白天或黑夜的特定时，是受可遗传的内源性"昼夜钟"和光线、温度等外源性环境因素协调控制的结果。所以，不同虫龄组成的群体生活史各变态期转换时间具有明显的昼夜节律。以往曾对伊蚊、库蚊、按蚊、曼蚊、巨蚊、*Wyeomyia*、*Sabethes* 和 *Coquillettidia* 等 8 个蚊属 15 种蚊虫的产卵、化蛹、羽化节律进行过观察 (Haddow 等, 1957; Haddow, 1960; Jones 等, 1975; Nayar, 1967; Trimble, 1979)。但是，阿蚊属蚊种生活史各变态期和蚊虫卵孵化的昼夜节律尚无报道。骚扰阿蚊成蚊羽化集中在白昼，成蚊产卵主要在黑夜，和冈比亚按蚊、*Ae. teaniorhynchus*、*Wy. mitchelli* 的羽化节律 (Nayar, 1967; Nayar 等, 1978) 以及致倦库蚊、斯氏按蚊、*Ma. fuscopennata* 等的产卵节律 (Meillon 等, 1967; Suleman 等, 1981; Haddow 等, 1958) 相类似。McClelland (1970) 和 Haddow (1959) 曾提出埃及伊蚊和白点伊蚊的化蛹时间无周期性节律或昼夜节律性较弱。作者也观察到骚扰阿蚊幼虫蜕皮，化蛹的昼夜节律较其他变态期弱。对蚊虫各变态期转换时间昼夜节律的观察，不仅有助于实验室群体养殖的同步发育，提高养殖质量，而且能为媒介蚊虫生物防治或应用激素防治，选择适宜时间提供基础资料，具有一定的理论和应用价值，值得进一步深入开展研究。

参 考 文 献

Bai, M. G. et al. 1981 Laboratory studies on the biology of *Armigeres subalbatus*. *Ind. J. Med. Res.* 73 (Suppl.): 151—4.

Barr, A. R. 1964 Note on the colonization and biology of *Armigeres subalbatus* (Diptera, Culicidae). *Ann. trop. Med. Parasit.* 58(2): 171—9.

Haddow, A. J. & Gillett, J. D. 1957 Observations on the oviposition cycle of *Aedes (Stegomyia) aegypti. Ann. trop. Med. Parasit.* 51(2): 159—69.

Haddow, A. J. & Gillett, J. D. 1958 Laboratory observations on the oviposition cycle in the mosquito *Taeniorhynchus (Coquillettidia) fuscopennatus. Ann. trop. Med. Parasit.* 52(3): 320—5.

Haddow, A. J. et al. 1959 Laboratory observations on the pupation and emergence in the mosquito *Aedes (Stegomyia) aegypti. Ann. trop. Med. Parasit.* 53(2): 123—31.

Haddow, A. J. et al. 1960 Laboratory observation on the oviposition cycle in the mosquito *Aedes (Stegomyia) apicoargenteus. Ann. trop. Med. Parasit.* 54(4): 392—6.

Jones, M. D. R. & Reiter, R. 1975 Entrainment of the pupation and adult activity rhythms during development in the mosquito *Anopheles gambiae. Nature, Lond.* 254(5497): 242—4.

McClelland, G. A. H. & Green, C. A. 1970 Subtle periodicity of pupation in rapidly developing mosquitoes. *Bull. Wld. Hlth. Org.* 42(6): 951—5.

Meillon, B. D. et al. 1967 Time of arrival of gravid *Culex pipens fatigans* at an oviposition site, the oviposition cycle and the relationship between time of feeding and time of oviposition. *Bull. Wld. Hlth. Org.* 36(1): 39—46.

Nayar, J. K. 1967 The pupation rhythm in *Aedes taeniorhynchus* (Diptera: Culicidae). II. Ontogenetic timing, rate of development, and endogenous diurnal rhythm of pupation. *Ann. ent. Soc. Am.* 60: 946—71.

Nayar, J. K. et al. 1978 Circadian rhythm of emergence in the mosquito *Wyeomyia mitchelli* and the effect of light cycles on the pupation rhythm of *Culex nigripalpis. Ann. ent. Soc. Am.* 71(2): 257—63.

Suleman, M. & Shirin, M. 1981 Laboratory studies on oviposition behaviour of *Culex quinquefasciatus* (Doptera: Culicidae): choice of oviposition cycle. *Bull. ent. Res.* 71(3): 361—9.

Trimble, R. M. 1979 Laboratory observations on oviposition by the predaceous tree-hole mosquito, *Toxorhynchites rutilus septentrionalis* (Diptera: Culicidae). *Can. J. Zool.* 57: 1104—8.

Weathersby, A. B. 1962 Colonization of six species of mosquitoes in Japan. *Mosq. News.* 22(1): 31—4.

LABORATORY STUDIES ON THE BIONOMICS OF *ARMIGERES SUBALBATUS* (COQUILLETT)

SONG GUAN-HONG KE WEI

(Department of Parasitology, Second Military Medical College, Shanghai)

The laboratory colonization of *Armigeres subalbatus* in Shanghai district has been established. The development of the whole life cycle and the circadian rhythms of its activity were investigated.

Under our laboratory conditions (T: 25±1°C, RH: 75±10%, LD: 12: 12 hrs), the developmental period of the egg stage was 4.02 days in average, the larva stage 9.79 days and the pupa stage 3.99 days. The period of larva stage of the female (9.93 days) was statistically longer than that of the male (9.63 days). The rates of hatching, pupation and eclosion were 80.25%, 82.66% and 97.42% respectivelly. The sex ratio was approximately 1: 1. When the adult mosquitoes were fed on sucrose solution, there was no significant difference between the longivities of females (29.27 days) and males (28.75 days). However, as the females fed on mice, they could live for 61.96 days, which were evidently longer than those fed on sucrose. In average each female oviposited 1.4 batches of eggs and the total number of eggs was 163.28 in its lifetime.

During its post-embryonic development, it is evident that *Armegeres subalbatus* displays distinct circadian rhythms in egg-hatching, larvae-moulting, pupating, emergence and ovipositing. The hatching and eclosion mainly occurred in daytime, and oviposition, moultion and pupation at night.

Key words *Armigeres subalbatus*——laboratory bionomies——circadian rhythm